

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**



⑤ Int. Cl. 3 = Int.

Int. Cl. 2:

5 B 13/04

B 05 B 15/00

⑱ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



Behördenabteilung

DE 28 50 421 A 1

⑪

# Offenlegungsschrift 28 50 421

⑫

Aktenzeichen:

P 28 50 421.4

⑬

Anmeldetag:

21. 11. 78

⑭

Offenlegungstag:

29. 5. 80

⑳

Unionspriorität:

⑳ ⑪ ⑪

⑤④

Bezeichnung:

Farbspritzroboter

⑦①

Anmelder:

Hestermann, Gerhard, 7990 Friedrichshafen

⑦②

Erfinder:

Nichtnennung beantragt

DE 28 50 421 A 1

~~Vorschläge für die verschiedenen~~ Patentansprüche

① Hauptanspruch

Die Erfindung betrifft einen Farbspritzautomaten, auch Farbspritzroboter genannt, der eine oder mehrere Farbspritzpistolen in mindestens einer, bevorzugt drei bis sechs, Bewegungsachsen nach einem leicht wechselbaren Programm führt, dadurch gekennzeichnet, daß seine Bewegungen durch ein berührungslos wirkendes Schutzsystem überwacht werden, welches verhindert, daß die Spritzpistole bzw. ihr Träger gegen die zu beschichtenden Werkstücke oder gegen die Fördererbestandteile wie Aufhängestäbe, Gehänge odgl. oder gegen andere Hindernisse bzw. Personen stößt.

2. Farbspritzroboter nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, daß das Schutzsystem als Gerät zur Erzeugung eines elektrischen Feldes gegen Erde ausgebildet ist.

3. Farbspritzroboter nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, daß das Schutzsystem als Gerät zur Erzeugung und Überwachung eines Magnetfeldes ausgebildet ist.

4. Farbspritzroboter nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, daß das Schutzsystem zur Erzeugung und Überwachung eines Wirbelstromfeldes aufgebaut ist.

5. Farbspritzroboter nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, daß Schutzsystem nach dem Prinzip der Reflexabtastung auf der Basis z.B. von Ultraschall, Infrarot oder Radar aufgebaut ist.

030022/0381

inkl. Anspruch 1

2

6. Farbspritzroboter dadurch gekennzeichnet, daß das Schutzsystem induktiv oder kapazitiv nach dem Prinzip der Verstimmung eines Schwingkreises bzw. Bedämpfung eines Resonanzkreises arbeitet.
7. Farbspritzroboter nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Antriebe für die verschiedenen Bewegungsachsen Schrittschaltmotoren mit oder ohne entsprechende Untersetzungsgetriebe verwendet werden.
8. Farbspritzroboter nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Antriebe für die verschiedenen oder einzelne Bewegungsachsen Servo-gesteuerte hydraulische Zylinder oder Hydraulikmotoren verwendet werden.
9. Farbspritzroboter nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zur Überwachung des je Bewegungsachse jeweils zurückgelegten Weges Potentiometer oder Inkrementalcodierer oder Resolver verwendet werden.
10. Farbspritzroboter nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zur Überwachung des je Bewegungsachse jeweils zurückgelegten Weges induktive oder kapazitive Wegaufnehmer verwendet werden.
11. Farbspritzroboter nach Anspruch 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Programmierung der Bewegungsabläufe nach dem Prinzip der PTP-Steuerung z.B. durch Stecken eines Kreuzschienenverteilers vorgenommen wird.

030022/0381

12. Farbspritzroboter nach Anspruch 1 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Programmierung der Bewegungsabläufe  
nach dem Prinzip der CP-Steuerung (Bahnsteuerung) z.B. auf einem  
Magnetband oder einer Magnetplatte gespeichert wird.

13. Farbspritzroboter nach Anspruch 1 bis 12,  
dadurch gekennzeichnet, daß ein Zwischenspeicher in Form eines elek-  
tronischen Speicherelementes verwendet wird, auf welches die auf  
der Magnetspeichereinheit gespeicherten Informationen überspielt  
werden.

14. Farbspritzroboter nach Anspruch 1 bis 13,  
dadurch gekennzeichnet, daß zur Programmierung des magnetischen oder  
elektronischen Speichers in der Ausführung nach Anspruch 7 ein  
Programmiergerät in Form eines in jederder vorhandenen Bewegungsachsen  
mit mindestens einem Schiebewiderstand oder einem anderen Wegauf-  
nehmer ausgerüsteten Spritzpistolenhalterung verwendet wird.

15. Farbspritzroboter nach Anspruch 1 bis 14,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Programmiereinrichtung derart aus-  
gebildet ist, daß jede der Bewegungseinrichtungen jeweils nach Pro-  
grammablauf in einer je Bewegungsrichtung fest programmierte End-  
stellung zurück kehrt.

16. Farbspritzroboter nach Anspruch 1 bis 15,  
dadurch gekennzeichnet, daß die gemäß Anspruch 13 vorgesehene Über-  
spieleinrichtung derart vorgewählt wird, daß die für das jeweils  
nächstfolgende Programm bereits programmierte Kassette in die Über-  
spieleinrichtung eingelegt ist und auf ein von außen kommendes Signal  
das auf dem Zwischenspeicher gespeicherte Programm gelöscht wird

030022/0381

2850421

4

und das auf der eingelegten Magnetkassette gespeicherte Programm auf den Zwischenspeicher übertragen wird und bereits während dieses Ablaufs das neue Programm in Funktion tritt.

17. Farbspritzroboter nach Anspruch 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die gemäß Anspruch 9 vorgesehenen Überwachungs- bzw. Steuerelemente an einem von der mechanischen Antriebseinheit während des Programmiervorganges ganz oder teilweise abkoppelbaren Hilfsgestänge montiert sind, um während des Programmierablaufes nach dem "TEACH-IN" Verfahren nicht die gesamte Masse des Bewegungsmechanismus mitbewegen zu müssen.

030022/0381

~~Farbspritzautomat~~/Farbspritzroboter

Das Farbspritzen größerer Stückzahlen jeweils gleicher Werkstücke wird häufig mit Hilfe sog. Farbspritzautomaten durchgeführt, indem die Spritzpistole statt von der Hand eines Spritzlackierers durch eine in einer oder mehreren Bewegungsachsen angetriebene Halterung geführt wird.

Auch das Ein- und Ausschalten der Pistole wird von dem Automaten vorgenommen.

Derartige Spritzautomaten führen im allgemeinen nur geradlinige Bewegungen oder Bewegungen nach einfachen Flächenkurven aus, die von dem mechanischen Aufbau her fest und meist unveränderlich vorgegeben sind oder nur geringfügig den Gegebenheiten angepaßt werden können. Das Abfahren von Raumkurven ist mit diesen Geräten im allgemeinen nicht möglich.

Die Programmierung geschieht meist durch verstellbare Endlagentaster in Form elektrischer, pneumatischer oder hydraulischer Endtaster bzw. berührungslos arbeitende Schaltelemente, die ferngesteuert angewählt werden können sowie zusätzlich durch die Einstellung der Geschwindigkeit des Antriebes, z.B. eines Getriebemotors, Servo-Getriebemotors (ferngesteuert) oder eines Hydraulikzylinders bzw. Pneumatikzylinders, teilweise mit hydraulischer Gleichlaufdämpfung.

030022/0381



Nachteil des beschriebenen Systems ist, daß eine Umprogrammierung entweder sehr viel Zeit in Anspruch nimmt (Verstellung der Endtaster und des Getriebemotors) oder einen beträchtlichen Steuerungsaufwand erfordert und trotz dieses Aufwandes komplizierter geformter Werkstücke meist nur unvollkommen (Vorspritzen der kritischen Stellen von Hand) oder unter Inkaufnahme großer Spritzverluste (Vorbeispritzen) beschichtet werden können.

Aus diesem Grund wurden sog. Industrieroboter eingesetzt, wie sie in der Handhabungstechnik bzw. der Schweißtechnik zum exakten Nachvollziehen eines je Programmfestlegung stets gleichen Bewegungsablaufes verwendet werden. Dieser Bewegungsablauf kann sehr komplizierte Raumkurven <sup>mit</sup> die z.B. 6 Achsen umfassen (Länge/Breite/Höhe, Winkelstellung vertikal, Winkelstellung horizontal und Drehung).

Das Programmieren geschieht hier allgemein mit Hilfe magnetischer Speicher (Magnetband, Magnetplatte) oder Kreuzschienenverteiler bzw. mit elektronischen Speicherelementen. Insbesondere für das Farbspritzen und der - allein den Einsatz eines derart teuren Gerätes rechtfertigenden - komplizierten Bewegungsabläufe wegen, hat sich die sog. Bahnsteuerung (CP-Steuerung) bevorzugt eingeführt, weil der Programmervorgang hierbei durch einfaches manuelles Vorführen der Bewegung bei auf "Programmieren" geschalteter Speichereinrichtung nach dem sog. "TEACH-IN" vorgenommen wird und ein vorheriges Errechnen der Bahnkurven-Kurvenpunkte entfällt. Ein geübter Farbspritzer führt mit der an dem Roboter befestigten Spritzpistole die Bewegungen - und Ein/Ausschaltvorgänge - durch, die er zum Lackieren des jeweiligen Werkstückes gewöhnt ist. Die Ist-Wert-Meßeinrichtung in Form inkrementaler Meßgeber oder Potentiometer oder anderer Wegaufnehmer mißt die dabei sich verändernden Werte und die Speichereinrichtung

030022/0381

speichert diese Ist-Werte als spätere Soll-Werte ab. Anschließend wird auf Programmablauf geschaltet, wobei nun die Speichereinrichtung zum Soll-Wertgeber wird und die mechanischen Servo-Antriebe die Bewegung nachvollziehen.

Das Ergebnis dieses ersten "Nachvollziehens" wird dann hinsichtlich Gleichmäßigkeit der Schichtstärke, Läuferfreiheit, Glanzgradunterschiedlichkeit, Spritzverlust usw. geprüft und der Programmiervorgang gegebenenfalls - nach jeweils vorhergehendem Löschen des Speichers - so oft wiederholt, bis das Spritzergebnis befriedigt. Besondere Ausführungen der Speichereinheit bieten die Möglichkeit, Teile des Programmes zu ersetzen um nicht jeweils den ganzen, möglicherweise weitgehend gelungenen Programmablauf löschen zu müssen - der beim Neuprogrammierung wieder in bereits gut gelungenen Teilen mißlingen könnte.

Die Nachteile der zuerst beschriebenen einfachen Einrichtung sind: Ihr unvollkommenes Spritzergebnis, ihre geringe Anpassungsfähigkeit an schwierigere Oberflächenformen, ihre nur vom Maschineneinrichter vorzunehmende Programmierung, die großen Spritzverluste.

Nachteile der zuletzt beschriebenen Roboter sind der hohe Preis, die Störanfälligkeit eines so komplizierten Systems und folgender Umstand:

Während des programmierens muß der gesamte Bewegungsapparat, der eine Masse von mindestens 10 kg, oft mehr als 100 kg besitzt, mit der Pistole mitbewegt werden. Dadurch <sup>wird</sup> der Spritzer stark behindert, die Bewegungsabläufe "mit leichter Hand" durchzuführen und es kommt zu unbeabsichtigtem Überschwngen bei jeder Bewegungsrichtungsänderung oder Geschwindigkeitsänderung. Das Ergebnis sind oft

030022/0381

ungleichmäßige Schichten und andere Lackierfehler oder verlangsamte Arbeitsgeschwindigkeit. Wird der Roboter durch schnelleren Antrieb des Speicherelementes beim "Abspielen" zu rascherer Arbeitsgeschwindigkeit veranlaßt, verstärken sich diese Umsteuerprobleme derart, daß unzulässige große Schwingungen verursacht werden. Es existieren zwei Wege um diesen Nachteil zu vermeiden:

1. Bei der Ausführung mit hydraulischen Antrieben wie Hydraulikzylinder kann das "Nervensystem" des Gerätes vom "Muskelsystem" während des Programmiervorganges abgekuppelt werden, indem die zur Ist-Wert-Messung vorgesehenen Wegaufnehmer nicht fest am Gerät, sondern an einem leichten Gestänge befestigt sind, welches während des Spritzbetriebes fest mit dem Gerät selbst verbunden ist, während des Programmiervorganges aber abgekoppelt, so daß es möglich ist, die Pistole mit dem Gestänge allein zu bewegen ohne das schwere Gerät selbst dabei mitbewegen zu müssen.
2. Bei der Ausführung mit Schrittmotorantrieb kann die Programmierung durch Verwendung eines speziellen Programmiergerätes vorgenommen werden, innerhalb dessen die Spritzpistole mit in jederder vorgesehenen Bewegungsachsen mindestens je einem Sensor ausgestattet ist, welcher die bei jeder Bewegung von der Pistole ausgehenden Verlagerungen aufnimmt und im Steuergerät in Kommandos für die Schrittmotoren umwandelt, so daß die Schrittmotoren ihrerseits die Bewegung selbst ausführen. Auf diese Weise braucht der Bedienungsmann selbst nur die Pistole zu bewegen, die Bewegungen des Gerätes und des Programmiergerätes übernehmen die Schrittmotorantriebe.

Bei den Systemen gemeinsam ist jedoch folgender Nachteil:

Die Überwachungseinrichtungen in Form von Wegaufnehmern wie Potentiometern oder Inkrementalcodierern~~m~~ kontrollieren<sup>u</sup> korrigieren ständig die programmierten Bewegungen. Bei fehlerfreier Einrichtung werden die Bewegungen, abgesehen von den erwähnten Schwingungen, exakt ausgeführt, dennoch arbeiten die Geräte sozusagen "im Blindflug" oder "Instrumentenflug". Befindet sich aus irgendeinem Grund ein zu lackierendes Werkstück nicht in der exakten Lage (z.B. teilweises Aushaken aus der Fördereinrichtung) oder wurde irrtümlich ein falsches Werkstück zwischen die richtigen Teile gehängt, oder steht z.B. an einer PKW-Karosserie eine Tür oder eine Haube falsch, so können diese Teile in den Weg des Spritzroboters geraten, wobei es oft zu schweren Beschädigungen des Werkstückes, der Aufhängereinrichtung, des Förderers und/oder des Spritzroboters selbst kommt.

Durch Aus<sup>rücken</sup>richten des Roboters mit einem Sensor, der die Annäherung metallischer oder magnetisierbarer Werkstücke rechtzeitig erkennt und meldet oder z.B. bei anderen Werkstücken zur Verstimmung eines Schwingkreises führt (per Ultraschall o.dgl. Bedämpfung eines Resonanzkreises) kann verhindert werden, daß es zur Berührung des Roboters kommt, und auch z.B. Bedienungspersonen vor Schäden durch den Roboter bewahrt werden. Das Signal wird zweckmäßigerweise dazu benutzt, Förderer und Roboter unverzüglich stillzusetzen und Störmeldung zu geben

030022/0381

10

Ein  
Das bevorzugte Ausführungsbeispiel ist folgendermaßen aufgebaut:

Das mechanische Grundgerät ist ein Vertikalhubgerät, mit einem einem senkrecht auf- und ab- fahrenden, rollengelagerten Schlitten. Der Schlitten wird über ein endloses Band und über ein Untersetzungsgetriebe von einem Schrittmotor angetrieben. Das Gerät selbst steht auf einem auf am Boden verlegten Schienen horizontal verfahrbaren Wagen, der ebenfalls über ein endloses Band und ein Untersetzungsgetriebe von einem Schrittmotor angetrieben wird. Auf dem erwähnten Schlitten ist nochmals ein Schlitten montiert, 90° quer zur Bewegungsrichtung des unteren Wagens bzw. des Vertikal- schlittens verfahrbar, ebenfalls rollengelagert, <sup>mit</sup> von endlosem Band und Untersetzungsgetriebe von Schrittmotor angetrieben. An dem Horizontalschlitten ist die Spritzpistole entweder starr befestigt oder in 1-bzw. 2-Achsen schwenkbar und/oder drehbar angebracht. Die Dreh- und Schwenkbewegungen werden ebenfalls von je einem Schrittmotor über ein Untersetzungsgetriebe angetrieben. Irgend- welche Wegaufnehmer zur ständigen Kontrolle des Bewegungsablaufes sind nicht vorhanden, lediglich die Endpunkte der jeweiligen Be- wegungsrichtung werden durch Endtaster überwacht. An der Spritz- pistole oder an ihrer Befestigung ist der erwähnte Sensor ange- bracht, welcher bei unzulässiger Annäherung eines Gegenstandes Signal zum Stillsetzen gibt. Die Programmiereinrichtung, die nur während des Programmiervorganges an der Pistole angebracht und/oder benutzt wird, enthält für jede der vorhanden Bewegungsachsen (Höhe, Länge, Breite; evtl. zusätzlich Horizontalschwenken und/oder zusätzlich Vertikalschwenken und/oder Drehen <sup>=</sup> gleich 3 Achsen ~~puls~~ + 1 bis 3 Zusatzachsen) einen Sensor zur Ansteuerung des jeweiligen Schrittmotors. Dabei wird der Schrittmotor zu umso schnellerem

030022/0381

11  
Lauf veranlaßt, je stärker die Auslenkung des Sensors ist. Diese Zeiteinheit während des Programmiervorganges, der demnach durch Führen der an der Programmiereinheit befestigten Pistole nach dem Muster des "TEACH-IN" Verfahrens abläuft, ablaufenden Schrittmotorschritte werden gezählt und auf je eine Spur des Speichers gespeichert. Während des folgenden Spritzbetriebes gelten diese Schrittzahlen als Soll-Werte und werden dann vom Speicher dem jeweils der Spur zugeordneten Schrittmotoren vorgegeben. Eine Kontrolle darüber, ob die Schritte auch ausgeführt werden, gibt es in der Grundausstattung nicht. Die möglichen Fehler sind gering, eine Summierung über den Programmablauf hinaus wird dadurch vermieden, daß jede Bewegungseinrichtung zum Ende des Programms in die festprogrammierte Ausgangsposition zurück fährt. Als Speichereinrichtung ist ein elektronischer Speicher mit einer entsprechenden Anzahl (Programmlaufzeit ca. 90 Sekunden) von ~~FLIP-FLOP~~-Elementen vorgesehen. Zusätzlich angeschlossen ist eine Überspieleinrichtung auf Bandkassette oder z.B. Magnetplatte. Nach dem Überprüfen eines Programmes wird zunächst vom elektronischen Speicher auf die Kassette überspielt. Evtl. wird zur Sicherheit sofort eine zweite Kassette mit dem gleichen Programm bespielt - zur Aufbewahrung im Stahlschrank -. So können beliebig viele Programme aufgenommen und kostengünstig gespeichert werden.

Während des Spritzbetriebes gibt der elektronische Speicher die Kommandos. Die Kassetten dienen nur dazu, derzeit nicht benötigte Programme zu speichern. Soll demnächst das Programm gewechselt werden, so wird während des Laufes zu beliebigem Zeitpunkt die nächste Kassette eingeschoben und auf diese Weise das nächste Programm vorgewählt. Sobald das Signal zum Programmwechsel erfolgt wird das im elektronischen Speicher vorhandene Programm gelöscht und das neue Programm von der Kassette auf den elektronischen Speicher überspielt. Bereits während dieses Überspielvorganges

030022/0381

arbeitet der Spritzroboter nach dem neuen Programm. Nach dem ersten Ablauf des neuen Programms kann die Kassette wieder entnommen werden. Auf diese Weise wird 1. vermieden, daß die Kassette oder die Platte täglich mehrere 100mal abgespielt werden muß und sich dabei abnützt und zum andern eine Vorwählmöglichkeit in einfacher Weise geschaffen.

Die Abbildung zeigt in Fig. 1 ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel nach dem Kennzeichen des Anspruches 17 im Arbeitszustand, in welchem Potentiometergestänge und Arbeitshebel gekuppelt sind. Auf einer Grundplatte (1) ist ein Drehgelenk mit Drehantrieb (2) aufgesetzt, welches kippbar den Haupthebel (3) trägt, dessen Stellung durch den am Gelenk (4) angelenkten Hydraulikzylinder (5) bestimmt und durch das Schiebepotentiometer (6) kontrolliert wird. Der Haupthebel (3) trägt am Gelenk (7) den Auslegerhebel (8), dessen Stellung durch den Hydraulikzylinder (9) bestimmt und durch das Schiebepotentiometer (10) kontrolliert wird. An seiner Spitze am Gelenk (11) trägt der Auslegerhebel (8) seitlich und in der Höhe schwenkbar sowie drehbar die automatische Spritzpistole (12), deren Gelenke (13), (14) und (15) jeweils als Drehantriebe mit eingebauten Inkrementalgebern ausgestattet sind, mit deren Hilfe die Drehantriebe in ihrer jeweiligen Stellung kontrolliert werden.

Während des Arbeitsvorganges die Hebel und das die Potentiometer tragende Gestänge durch die Bolzen (16), (17) und (18) miteinander verbunden sind, folgen die Hydraulikelemente bzw. die daran angelenkten Hebel den von dem hier nicht dargestellten Speicher vorgegebenen Sollwerten.

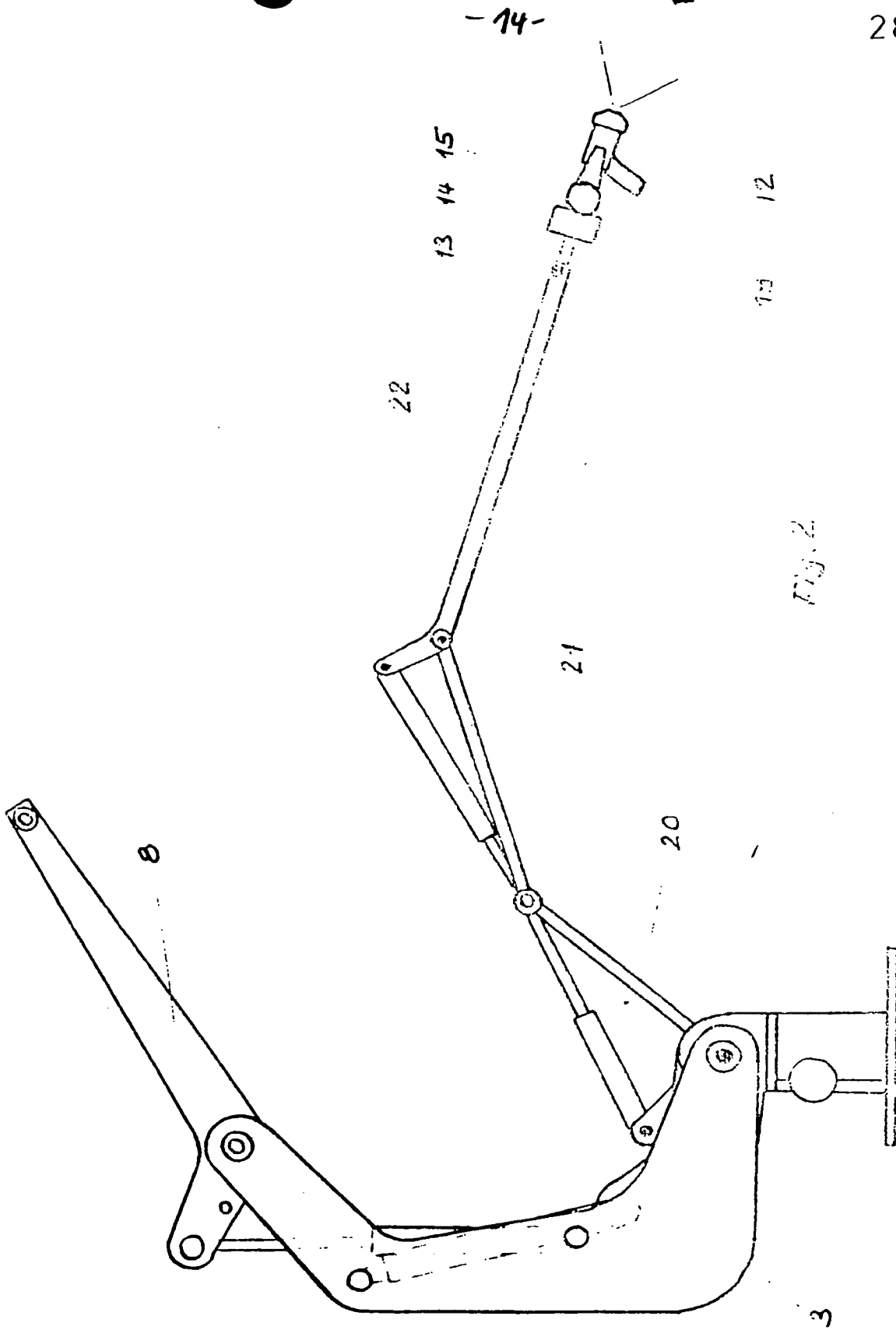
in Gegensatz hierzu zeigt die Fig. 2 den Programmierzustand, während dem die Hebel (3) und (8) ausgekuppelt und zurückgeschwenkt sind, während das die Potentiometer und die Drehantriebe (13), (14) und (15) der Automatik-Spritzpistole (12) tragende Gestänge (20), (21) und (22) durch den an der Spritzpistole (12) befestigten Handgriff (19) bewegt wird, wobei der Speicher die von den Potentiometern bzw. Inkrementelgebern gemessenen Werte aufzeichnet.

Erst nach Beendigung des Programmiervorganges wird durch Ankuppeln der Gestängestäbe (20), (21) und (22) durch die Bolzen (16), (17) und (18) mit den Hebeln (3) und (8) wird der in Fig. 1 gezeigte Zustand wieder hergestellt..

030022/0381



2850421



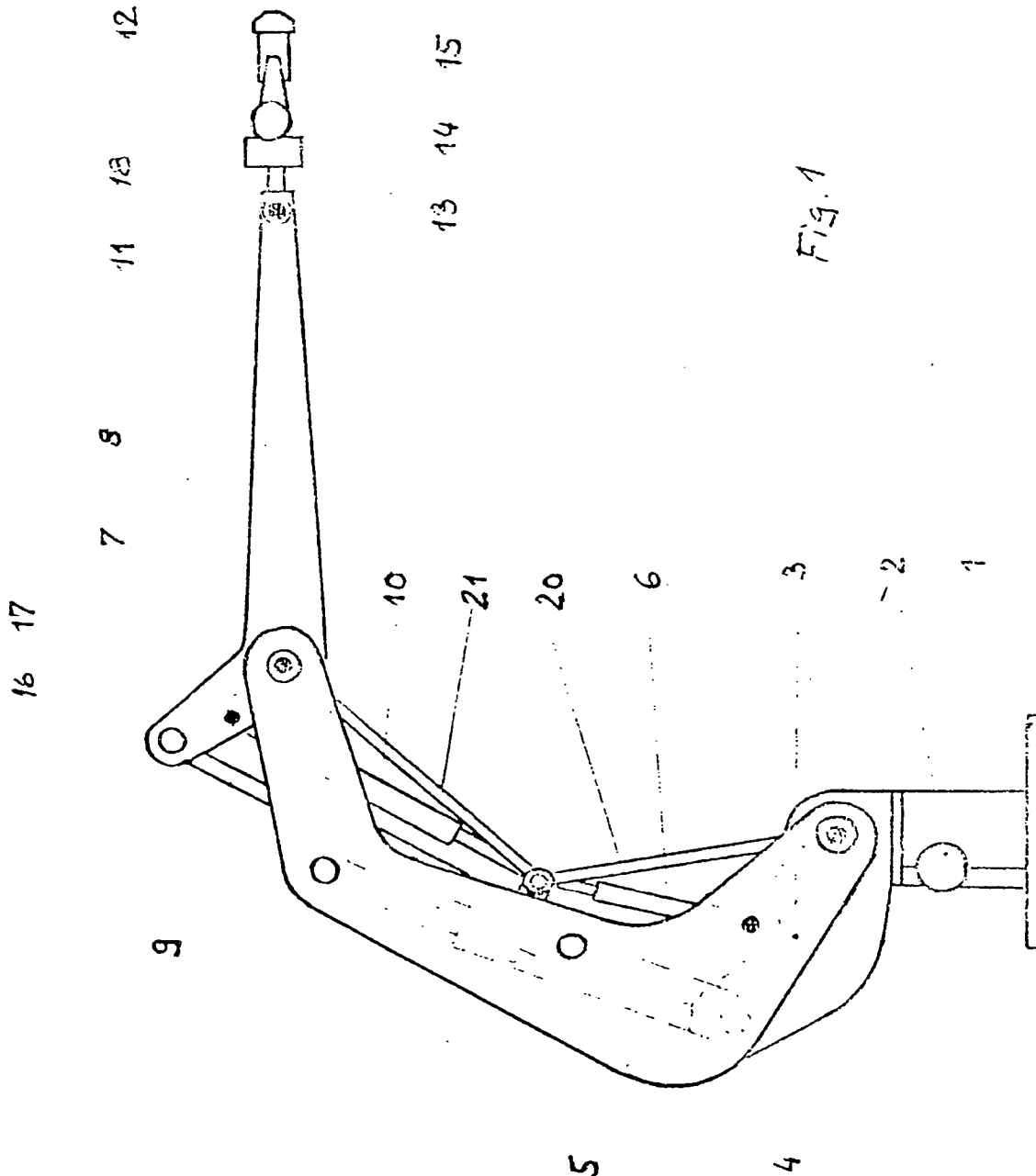
030022/0381

-15-

2850421

Nummer:  
Int. Cl.2:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

28 50 421  
B 05 B 13/04  
21. November 1978  
29. Mai 1980



030022/0381